

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-36894

(43)公開日 平成5年(1993)2月12日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 25/16
21/321
25/065

識別記号

庁内整理番号

A 7220-4M

F I

技術表示箇所

9168-4M

7220-4M

H 0 1 L 21/ 92

25/ 08

D

B

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平3-215894

(22)出願日

平成3年(1991)7月31日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 小峰 義治

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機

株式会社光・マイクロ波デバイス研究所内

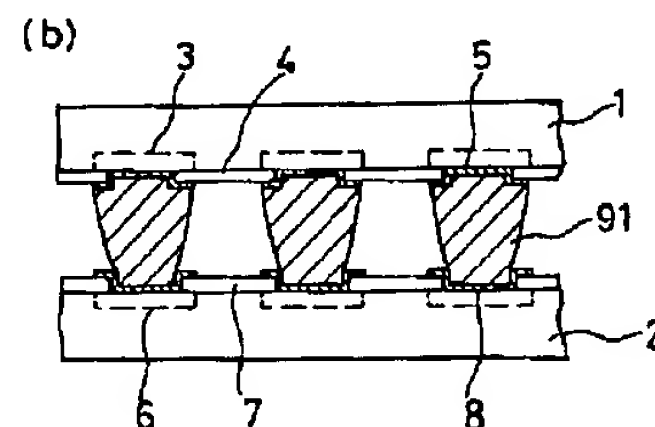
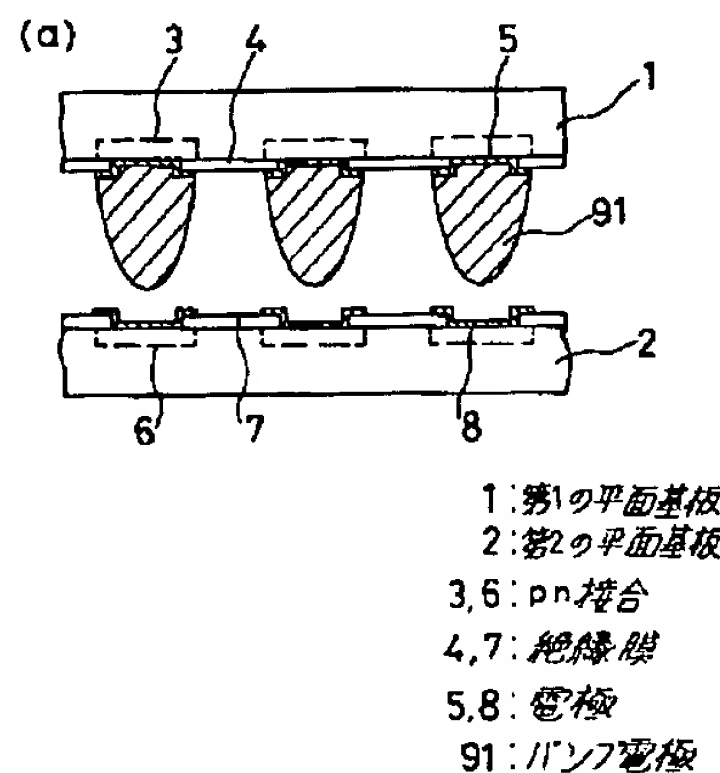
(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

(54)【発明の名称】 ハイブリッド型半導体装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 ヒートサイクルで電極剥離、基板破壊等が発生しない高信頼性ハイブリッド型半導体装置を得る。

【構成】 Si基板1のIn柱が形成された面を下方に向けてInの融点(154℃)以上の160℃に加熱することでIn柱を熔融し、重力の作用を利用して鉛直方向に変形させた状態で、下方に配置したCdHgTe基板2の平面電極8に当接させて固化させ、基板1, 2を電氣的、機械的に接合する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の平面基板面に形成された第1の平面電極と、第2の平面基板面の、上記第1の平面電極と対向する位置に形成された第2の平面電極と、上記第1及び第2の平面電極とを電気的かつ機械的に接合する柱状電極とを備えたハイブリッド型半導体装置において、上記柱状電極は、その径方向の寸法よりも高さ方向の寸法の方が大きくなるように形成されたものであり、該電極の高さの方向の寸法が上記第1及び第2の平面基板間の離間距離となっていることを特徴とするハイブリッド型半導体装置。

【請求項2】 第1の平面基板面に第1の平面電極を形成し、第2の平面基板面の、上記第1の平面電極と対向する位置に第2の平面電極を形成し、上記第1及び第2の平面電極とを柱状電極を用いて電気的かつ機械的に接合し、ハイブリッド型半導体装置を製造する方法において、

第1の平面基板の平面電極上に柱状電極を形成した後、該柱状電極を鉛直方向に向けて第1の平面基板を加熱し、柱状電極を鉛直方向に熱変形させる第1の工程と、第2の平面基板を、その表面に形成された第2の平面電極が上記熱変形した柱状電極と対向するように配置し、両基板間を近接させて上記熱変形した柱状電極を第2の平面電極に接着させる第2の工程と、上記第1の平面基板の温度を下げて上記熱変形した柱状電極を固化し、両基板を固着する第3の工程とを含むことを特徴とするハイブリッド型半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項2記載のハイブリッド型半導体装置の製造方法において、

上記第2の工程は、

上記熱変形した柱状電極を第2の平面電極に対向するように配置した状態で、第1の平面基板側を回転軸側として遠心運動を加えて柱状電極を伸長変形させて第2の平面電極に接着させるものであることを特徴とするハイブリッド型半導体装置の製造方法。

【請求項4】 請求項2記載のハイブリッド型半導体装置の製造方法において、

上記第2の工程は、

上記熱変形した柱状電極を第2の平面電極に接着させた後、両基板間を離間させて柱状電極を伸長変形させる工程を有することを特徴とするハイブリッド型半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は機能性素子が2次元的に平面内に形成され、それぞれの素子の電極が各素子に対応して2次元的に配置されている第1の平面基板と、別の機能を有する素子及びその電極が第1の平面基板と鏡像の位置に形成されている第2の平面基板とを、柱状のインジウム等の電極（バンプ）で鏡像関係にある第1

及び第2の平面基板の各電極を結線することにより電気的、機械的に結合させたいいわゆるハイブリッド型デバイスの構造及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図4はSPIE, Vol.1341, Infrared Technology XVI (1990), 316ページに示された従来のハイブリッド型半導体装置の構造並びに製造方法を示す図であり、例えばこの例では第1の平面基板1は、赤外線を吸収し電気信号に変換するカドミウム水銀テルル（CdHgTe）を機能性素子として有し、第2の平面基板2は第1の平面基板1の各pn接合3で発生した電気信号を順番に転送するシリコンの電荷結合素子（Charge Coupled Device: CCD）を機能性素子として有するものである。

【0003】図において、また2は第1の平面基板でCdHgTeからなり、6は第2の基板1形成されたフォトダイオードのpn接合であり、各pn接合6に対応するCr/Au等の平面電極8が設けられ、さらに各電極8間にはZnS等の絶縁膜で隔てられている。1は第1の平面基板でSiからなり、3は第1の基板1に形成されたCCDの電荷注入用のpn接合であり、各pn接合3に対応するAl等の平面電極5が設けられ、さらに各電極5間にはSiN等の絶縁膜で隔てられている。また、9は基板2側に形成されたインジウム柱（バンプ電極）である。

【0004】次に製造方法について説明する。まずCCDが形成された平面基板2に通常の写真製版技術を用いてインジウムのバンプ電極9を各電極8上に形成した後、バンプ電極9を上に向けて第2の平面基板2をインジウムの熔融温度（154℃）以上に加熱するとインジウムは図4(a)に示すように球状となる。この後第1及び第2の平面基板1、2を図4(a)のように第1の基板1を上、第2の基板2を下に配置し、基板1を徐々に下げると、インジウムが室温では軟らかい金属のため図4(b)のように圧着され、第1及び第2の基板1、2が電気的、機械的に接合される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のハイブリッド型半導体装置は以上のようにして製造されているため、図4(b)でも明らかなようにバンプ電極の基板垂直方向の高さはその水平方向の径より大きくすることができない。一般にハイブリッド型デバイスでは第1の平面基板と対向する第2の平面基板とはその材質が異なり、従って熱膨張係数が異なる。例えば先の従来例では基板1（CdHgTe）、基板2（Si）の線膨張係数はそれぞれ $6 \times 10^{-6}/k$ 、 $2 \times 10^{-6}/k$ である。そのためデバイスを液体窒素温度（77k）で使用する場合には基板1に引張り応力が、また基板2には圧縮応力が発生する。これら応力は軟らかいインジウムで吸収されるが低温ではインジウムも硬くなり上記応力を充分吸収できず、何回かの室温と低温（77k）のヒートサイク

ルで電極が剥がれたり、また基板が破壊したりする等の問題点があった。

【0006】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、ヒートサイクルによる電極剥離、基板破壊等を低減し、信頼性の高いハイブリッド型半導体装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に係るハイブリッド型半導体装置及びその製造方法は、第1の基板上にバンプ電極を形成し、該電極を下方に向けた状態で基板を加熱して電極を軟化させて鉛直方向に熱変形させた後、第2の基板上に形成された平面電極に当接させて固化し、第1及び第2の基板を機械的かつ電氣的に接合するようにしたものである。

【0008】

【作用】この発明においては、第1の基板上に柱状電極を形成し、該電極を下方に向けた状態で基板を加熱して電極を軟化させるようにしたから、重力の作用により柱状電極が鉛直方向に変形し、柱状電極の高さがその径より大きくなり、第2の基板上に形成された平面電極に当接させて固化することで、従来よりも基板間が離間し、熱膨張係数の差により発生する基板間の応力が吸収され易くなる。

【0009】

【実施例】以下この発明の一実施例によるハイブリッド型デバイスの構造及びその製造方法について説明する。図1において、図4と同一符号は同一または相当部分を示し、91はインジウム(In)を用いたバンプ電極であり、基板間を接合する前は耐熱性の大きいSi基板1側に形成されている。

【0010】次に製造方法について説明する。まずSi基板1のA1電極5上に通常の厚膜リフトオフ法によりIn柱を形成する。このときの電極5/In柱のピッチは50 μ mで、In柱の高さ(基板垂直方向)は25 μ m、径(基板水平方向)は30 μ mである。このSi基板1をCdHgTe基板2上に互いの各電極が鏡像関係の位置にくるように配置した後、Si基板1をInの融点(154 $^{\circ}$ C)以上の160 $^{\circ}$ Cに加熱する。するとIn柱は溶融し図1(a)のように重力の作用により鉛直方向に伸び、径よりも高さの方が大きくなる(径/高=1.5)。この状態でSi基板1を下げるとIn柱91の頂点がCdHgTe基板2側の各電極8に接する。この状態でSi基板1の移動を止め、同時に温度を下げると図1(b)の状態でIn柱91が固化し、電極のアスペクト比1.1~1.2にて基板1, 2が電氣的、機械的に接合される。

【0011】このように本実施例によれば、Si基板1のIn柱が形成された面を下方に向けてInの融点(154 $^{\circ}$ C)以上の160 $^{\circ}$ Cに加熱することでIn柱を溶融

し、重力の作用の利用して鉛直方向に変形させた状態で、下方に配置したCdHgTe基板2の平面電極8に当接させて固化させ、基板1, 2を電氣的、機械的に接合するようにしたから、形成されたバンプ電極91は、その径に比べ高さの方が大きいものとなり(径/高=1.1~1.2)、動作時のヒートサイクルで基板1, 2間に引っ張り応力や圧縮応力が働いても、従来に比べ基板間が離間しているために応力が吸収され易く、そのため電極91が剥がれたり、また基板1, 2が破壊したりする等の不具合を低減することができる。

【0012】図2は本発明の第2の実施例によるハイブリッド型デバイスの製造方法を示す図であり、上記実施例と同様にして図2(a)に示すように、Si基板1にIn柱を形成した後、平面基板1を160 $^{\circ}$ Cに加熱する。その後基板1の上部を回転運動の中心側として、基板1及び2の相対位置を変えずに基板1, 2を回転させる。この回転運動により図2(b)に示すように、In柱91に遠心力が印加され図2(a)よりさらに伸長変形してその径は細くなる。回転数を上げていきIn柱91が基板2の平面電極8に接したら回転数増加を止め、一定にするとともに基板1の温度を下げる。そしてIn柱が固化したら回転も止める。このようにすることで第1の実施例よりもさらに細長いインジウムバンプ91aを形成することができる。

【0013】なお下側に位置する基板2側に電極91を形成して、基板2側を中心軸側に位置させて遠心運動のみで細長いインジウムバンプを形成することも条件によっては可能である。

【0014】また図3は本発明の第3の実施例によるハイブリッド型デバイスの製造方法を示す図であり、上記第2の実施例と同様にして図3(a)に示すように、In柱を形成したSi基板1を160 $^{\circ}$ Cに加熱してIn柱を溶融し、基板2の平面電極8と接触させる。そして基板1の温度が160 $^{\circ}$ Cの状態で、即ちIn柱91が溶融している状態で、基板1を基板2に対して上方へ戻す等して基板間の間隔を大きくすると図3(b)に示すように、In柱91は伸長変形して長く細くなる。この後基板1の温度を下げるにより細長いInバンプ91bで基板1と基板2とが電氣的、機械的に接合される。

【0015】なお上記各実施例では基板1にSiを用い、基板2にCdHgTeを用いたが、基板1及び2の材料はこれに限られるものではなく、また各基板に形成される機能性素子の種類もCCDやフォトダイオード以外であってもよいことは言うまでもない。

【0016】さらに上記実施例ではバンプ電極にインジウム(In)を用いたものを示したが、バンプ電極として用いられる材料はこれに限られるものでないことは言うまでもない。

【0017】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、第1の

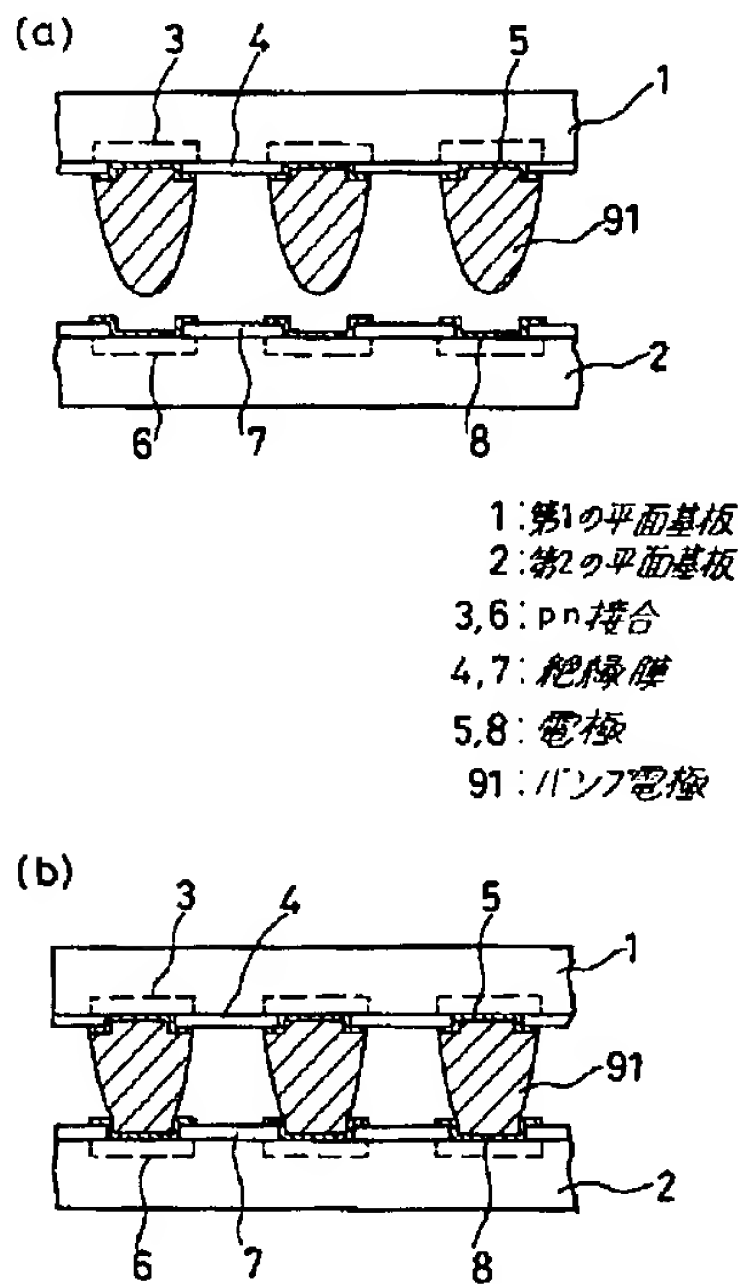
5

基板上に柱状電極を形成し、該電極を下方に向けた状態で基板を加熱して電極を軟化させるようにしたから、重力の作用により電極が鉛直方向に変形し、バンプ電極の高さがその径より大きくなり、第2の基板上に形成された平面電極に当接させて固化することで、従来よりも基板間が離間し、細長いバンプ電極で接合することができ、熱膨張係数の差により発生する基板間の応力が容易に吸収でき、その結果、電極剥離、基板破壊等の少ない信頼性の高いハイブリッド型デバイスを得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例によるハイブリッド型半導体装置及びその製造方法を示す断面図である。

【図1】



6

【図2】この発明の第2の実施例によるハイブリッド型半導体装置及びその製造方法を示す断面図である。

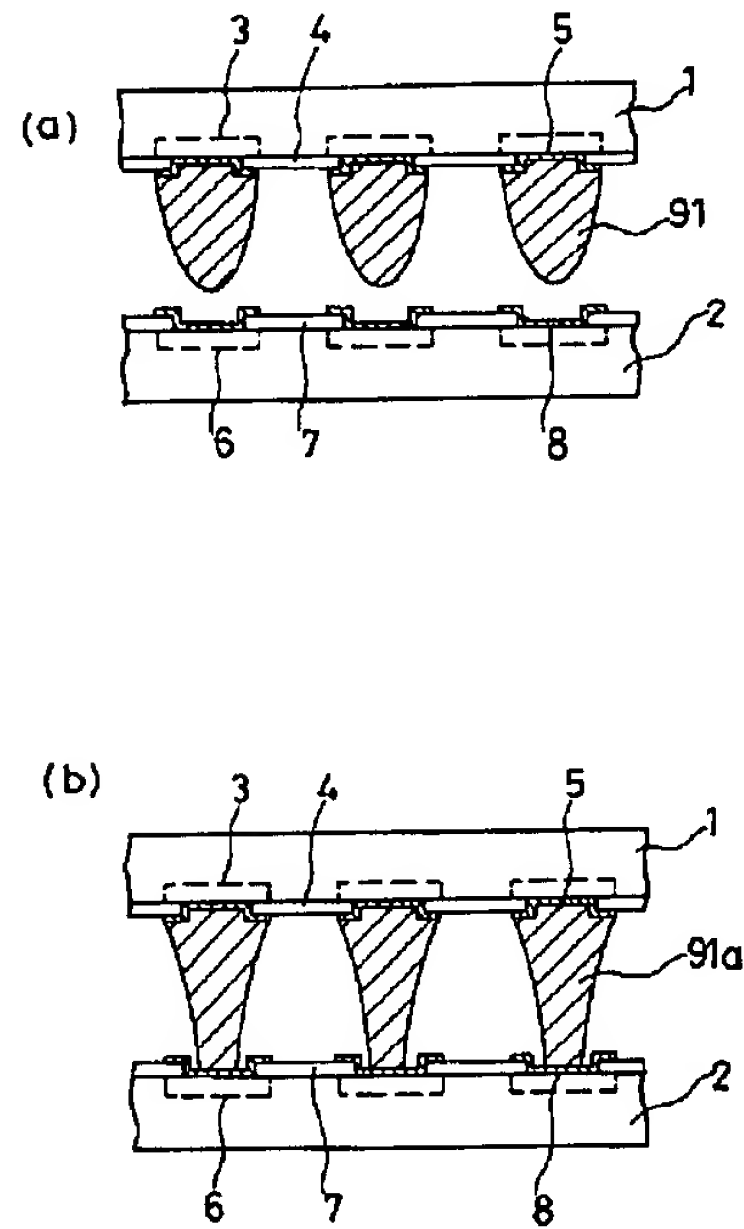
【図3】この発明の第3の実施例によるハイブリッド型半導体装置及びその製造方法を示す断面図である。

【図4】従来のハイブリッド型半導体装置及びその製造方法を示す断面図である。

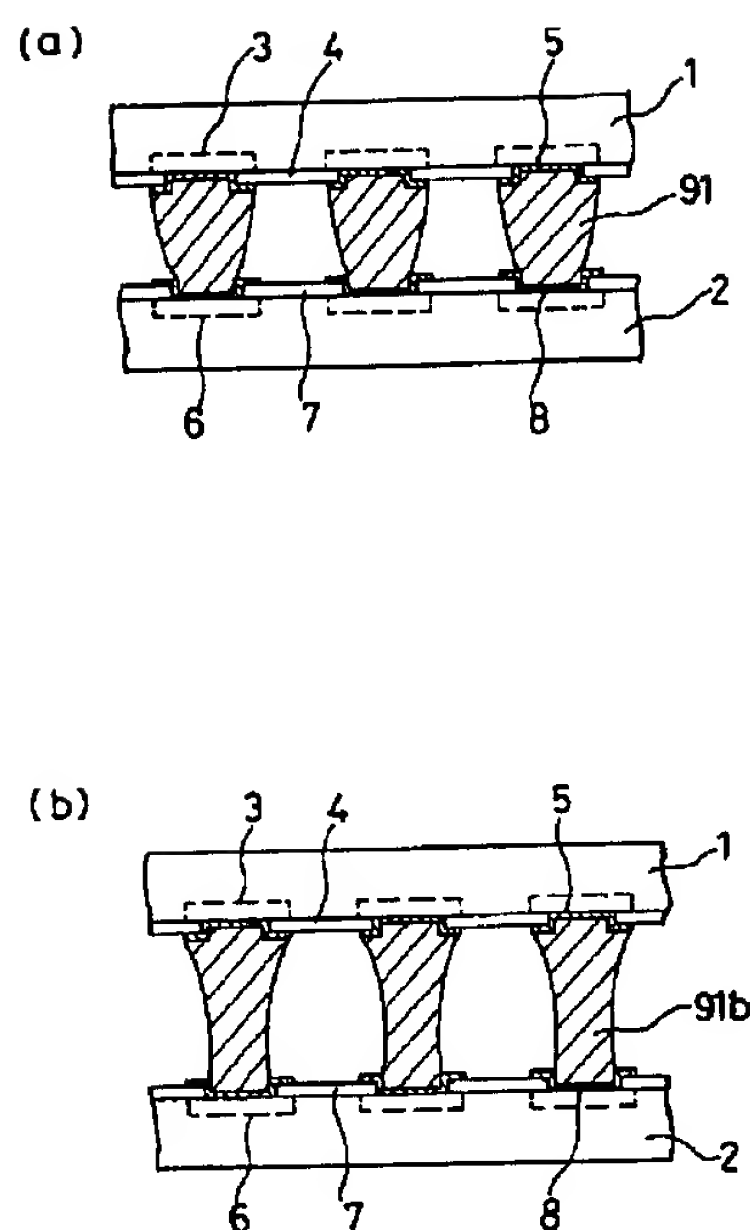
【符号の説明】

- 1 第1の平面基板
- 2 第2の平面基板
- 10 3, 6 pn接合
- 4, 7 絶縁膜
- 5, 8 電極
- 91 柱状電極 (バンプ電極)

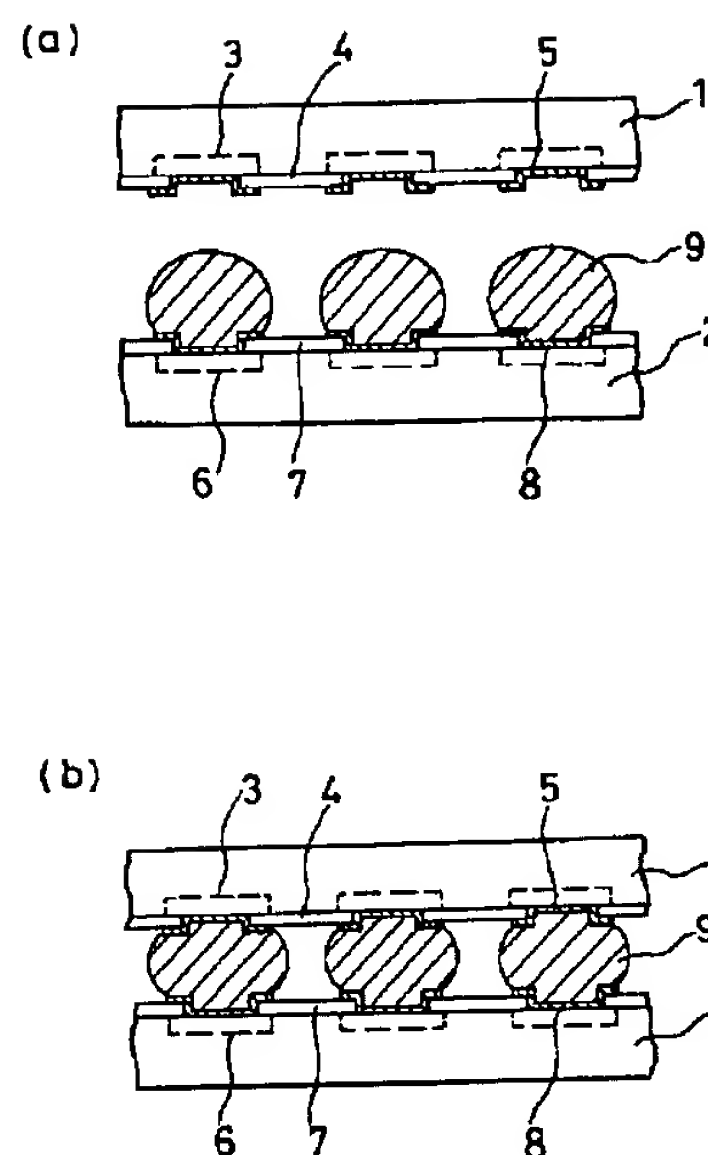
【図2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成4年9月29日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】図において、2は第2の平面基板でSiからなり、6は第2の基板2上に形成されたCCDの電荷注入用のpn接合であり、各pn接合6に対応するCr/Au等の平面電極8が設けられ、さらに各電極8間はSiN等の絶縁膜で隔てられている。1は第1の平面基板でCdHgTeからなり、3は第1の基板1に形成されたフォトダイオードのpn接合であり、各pn接合3に対応するAl等の平面電極5が設けられ、さらに各電極5間はZnS等の絶縁膜で隔てられている。また、9は基板2側に形成されたインジウム柱（バンプ電極）である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【実施例】以下この発明の一実施例によるハイブリッド型デバイスの構造及びその製造方法について説明する。図1において、図4と同一符号は同一または相当部分を示し、ここでは第1の平面基板1としてCCDのpn接合が形成されたSi基板を用い、第2の平面基板2としてフォトダイオードのpn接合6が形成されたCdHgTe基板を用いる。また91はインジウム（In）を用いたバンプ電極であり、基板間を接合する前は耐熱性の大きいSi基板1側に形成されている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】なお上記各実施例では基板1にSiを用い、基板2にCdHgTeを用いたが、それぞれの基板の材料が逆であっても、あるいは基板1及び2の材料に他のものを用いてもよく、また各基板に形成される機能性素子の種類もCCDやフォトダイオード以外であってもよいことは言うまでもない。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁵
H 0 1 L 25/07
25/18

識別記号 庁内整理番号 F I

技術表示箇所